

PENGARUH PENGGUNAAN MINYAK GORENG BEKAS PADA LASTON AC-WC

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
FERIN WANGGI
NPM. : 15 02 16252



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
JULI 2020**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

“PENGARUH PENGGUNAAN MINYAK GORENG BEKAS PADA LASTON AC-WC”

Benar- benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apa bila selama proses penyusunan Tugas Akhir nantinya terbukti bahwa Tugas Akhir saya dikerjakan oleh pihak lain atau saya melakukan plagiasi, maka Tugas Akhir saya dinyatakan gugur oleh pengelola Program Studi.

Yogyakarta, Juli 2020

Yang Membuat Pernyataan



PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH PENGGUNAAN MINYAK GORENG BEKAS PADA LASTON AC-WC

Oleh :
FERIN WANGGI
NPM. : 15 02 16252

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing :

Yogyakarta, Juli 2020

Dosen Pembimbing



(Ir. JF. Soandriane Linggo, M.T.)

Disahkan oleh :
Program Studi Teknik Sipil
Ketua



(Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

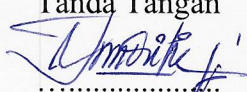
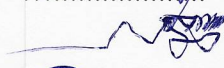

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH PENGGUNAAN MINYAK GORENG BEKAS PADA LASTON AC-WC



Oleh :
FERIN WANGGI
NPM. : 15 02 16252

Telah diuji dan disetujui oleh :

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.		24/7-20
Penguji I	: Ir. Y. Lulie, M.T.		24/10-2020
Penguji II	: Siswadi, S.T., M.T.		24/8 20

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya penulisan Tugas Akhir yang berjudul : **“PENGARUH PENGGUNAAN MINYAK GORENG BEKAS PADA LASTON AC-WC”**.

Penulisan Tugas Akhir dibuat sebagai salah satu syarat menyelesaikan jejang pendidikan tinggi program Setara-1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penelitian dan penulisan karya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dengan adanya bantuan dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dari awal hingga akhir penulisan karya Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ir. AY. Harijanto S., M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T., selaku Dosen pembimbing yang telah memberi waktu, tenaga, pengarahan dan bimbingannya selama proses penulisan Tugas Akhir.
4. Kepala PT. Aneka Dharma Persada yang telah memberikan bantuan serta fasilitas tempat penelitian Tugas Akhir ini.

5. Bapak Agus selaku Quality Control Laboratorium dan para karyawan PT. Aneka Dharma Persada yang telah memberikan bantuan, saran, dan bimbingan pada penelitian Tugas Akhir.
6. Seluruh Dosen yang telah memberikan ilmunya selama masa studi penulis di Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
7. Papa dan Mama yang telah memberikan doa, dukungan dan semangat selama masa studi dan penulisan Tugas Akhir.
8. Saudara – saudariku dan keluarga : Osin, Rocky, Daniel, dan kk list yang turut memberikan dukungan selama masa studi dan proses penulisan Tugas Akhir.
9. Joshua Umbu Kora Peku Jawang yang telah memberi masukan, dukungan, semangat dan doa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Kakak, teman, dan adik Komunitas Mahasiswa Papua (KOMAPA) yang telah memberi semangat dan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir.
11. Teman - teman kuliah angkatan 2015, kelas kacaG, dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu - persatu.
12. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa karya Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu penulis menerima kritik dan saran yang membangun dalam penulisan karya Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 26 juni 2020

Ferin wangi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Keaslian Tugas Akhir	5
1.7 Lokasi Penelitian	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 6
2.1 Lapis Aspal Beton.....	6
2.2 Bahan Penyusun Lapis Aspal Beton.....	6
2.2.1 Aspal.....	6
2.2.2 Agregat	8
2.2.3 <i>Filler</i>	8
2.3 Karakteristik Campuran Aspal	9

BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Bahan Penyusun	13
3.1.1 Aspal.....	13
3.1.2 Agregat	13
3.1.3 <i>Filler</i>	17
3.1.4 Minyak Goreng Bekas Pakai	17
3.2 Karakteristik Campuran Laston.....	17
BAB IV METODE PENELITIAN	24
4.1 Tahapan Persiapan	24
4.1.1 Bahan Penelitian	24
4.1.2 Peralatan Laboratorium	24
4.2 Pelaksanaan Penelitian	28
4.2.1 Pengujian Karakteristik Bahan	28
4.2.2 Perencanaan Campuran	30
4.2.3 Pemeriksaan Karakteristik <i>Marshall</i>	32
4.3 Diagram Alir.....	33
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	34
5.1 Hasil Penelitian.....	34
5.1.1 Pengujian Agregat.....	34
5.1.2 Pengujian Aspal Penetrasi 60/70	35
5.1.3 Gradasi Agregat	36
5.1.4 Pengujian <i>Marshall (Marshall test)</i>	37
5.2 Parameter Uji <i>Marshall</i>	38
5.2.1 Stabilitas	38
5.2.2 Kelelehan Plastis (<i>Flow</i>)	39
5.2.3 Kepadatan (<i>Density</i>).....	40
5.2.4 <i>Void in Mineral Aggregate (VMA)</i>	41
5.2.5 <i>Voids Filled with Asphalt (VFA)</i>	42
5.2.6 <i>Void in Mix (VIM)</i>	43

5.2.7 <i>Marshall quotient</i> (QM)	45
5.3 Kadar Aspal Optimum	46
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
6.1 Kesimpulan.....	49
6.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN	54



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Ketentuan Untuk Aspal Keras Penetrasi 60/70.....	13
Tabel 3.2 Ketentuan Agregat Kasar.....	14
Tabel 3.3 Ketentuan Agregat Halus.....	16
Tabel 3.4 Ketentuan Sifat Campuran Laston (AC)	18
Tabel 3.5 Ketentuan Suhu Campuran Aspal	18
Tabel 3.6 Angka Koreksi Kalibrasi <i>Proving Ring</i>	22
Tabel 4.1 Spesifikasi Pengujian Agregat Kasar	28
Tabel 4.2 Spesifikasi Pengujian Agregat Halus	29
Tabel 4.3 Spesifikasi Pengujian Aspal.....	29
Tabel 4.4 Daftar Jumlah Sampel Benda Uji.....	31
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar Batu Kokap.....	34
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Halus Abu Batu Progo	35
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Agregat Halus Pasir Progo	35
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Aspal Pertamina 60/70	36
Tabel 5.5 Gradasi Gabungan Agregat.....	36
Tabel 5.6 Hasil pengujian <i>Marshall</i>	38
Tabel 5.7 Hasil Uji Stabilitas (kg).....	38
Tabel 5.8 Hasil Pengujian <i>Flow</i> (mm)	39
Tabel 5.9 Hasil Pengujian <i>Density</i> (gr/cc)	40
Tabel 5.10 Hasil Uji VMA (%)	41
Tabel 5.11 Hasil Uji VFA (%)	42
Tabel 5.12 Hasil Uji VIM (%).....	43
Tabel 5.13 Hasil Uji MQ (kg/mm)	45
Tabel 5.14 Kadar Aspal Optimum dengan Kadar MGB 0%.....	46
Tabel 5.15 Kadar Aspal Optimum dengan Kadar MGB 2%.....	46
Tabel 5.16 Kadar Aspal Optimum dengan Kadar MGB 3%.....	47
Tabel 5.17 Kadar Aspal Optimum dengan Kadar MGB 4%.....	47
Tabel 5.18 Kadar Aspal Optimum dengan Kadar MGB 5%.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 5.1 Grafik Gradasi Kombinasi Agregat.....	37
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas	39
Gambar 5.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan <i>Flow</i>	40
Gambar 5.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan <i>Density</i>	41
Gambar 5.5 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VMA	42
Gambar 5.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VFA.....	43
Gambar 5.7 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VIM.....	44
Gambar 5.8 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan MQ	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pemeriksaan Aspal Pertamina 60/70.....	54
Lampiran 2. Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	55
Lampiran 3. Pemeriksaan Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar.....	56
Lampiran 4. Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i>	57
Lampiran 5. Pemeriksaan <i>Sand Equivalent</i> II.....	58
Lampiran 6. Pemeriksaan Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus.....	59
Lampiran 7. Pemeriksaan Analisa Saringan <i>Stock Pile</i>	60
Lampiran 8. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	61
Lampiran 9. Pemeriksaan Gradasi Rata-Rata Agregat <i>Stock Pile</i>	62
Lampiran 10. Pemeriksaan Gradasi Rata-Rata Agregat <i>Stock Pile</i> II	63
Lampiran 11. Pemeriksaan Gradasi Rata-Rata Agregat <i>Stock Pile</i> Abu Batu ..	64
Lampiran 12. Pemeriksaan Gradasi Rata-Rata Agregat Pasir.....	65
Lampiran 13. Tabel Gradasi Gabungan Agregat.....	66
Lampiran 14. Luas Permukaan Agregat	67
Lampiran 15. Sifat-Sifat Campuran Aspal Panas Dengan Metoda Marshall AASHTO T.245-71 (SNI 06-2489-1991).....	68
Lampiran 16. Dokumentasi Penelitian.....	69

INTISARI

PENGARUH PENGGUNAAN MINYAK GORENG BEKAS PADA LASTON AC-WC, Ferin Wanggi, NPM 15 02 16252, Tahun 2020, Bidang Peminatan Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Kerusakan jalan menjadi salah satu masalah yang kerap menjadi pusat perhatian pemerintah. Kerusakan jalan berdampak pada tingginya risiko kecelakaan, terhambatnya aktivitas dan tingginya biaya pemeliharaan yang dikeluarkan pemerintah. Keterbatasan sumber daya alam minyak bumi menuntut untuk menggunakan alternatif bahan lain sebagai bahan pengganti aspal. Minyak Goreng Bekas (MGB) merupakan suatu reaksi polimerisasi dan reaksi *Maillard* yang menyebabkan minyak mengental dan berwarna gelap disebut sebagai resin. Komposisi aspal (resin, *oils*, dan *asphaltenes*), sehingga dimungkinkan MGB bisa menggantikan sebagian dari aspal. Perlu adanya penelitian lebih lanjut apakah MGB ini dapat digunakan sebagai pengganti sebagian aspal serta pengaruhnya pada sifat karakteristik campuran aspal beton.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan MGB terhadap kadar aspal dilihat dari parameter *Marshall* dengan variasi MGB yang digunakan sebesar 0%, 2%, 3%, 4%, dan 5% terhadap berat aspal dengan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%. Standar yang digunakan didasarkan pada spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018 serta penelitian ini tidak membahas kandungan kimiawi dari MGB.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC – WC), dapat disimpulkan bahwa campuran MGB banyak mempengaruhi nilai stabilitas, density, MQ, dan VFA yang makin rendah sedangkan nilai VMA dan VIM semakin meningkat. MGB yang dapat direkomendasikan adalah 2% - 3% dan untuk 4% - 5% tidak memenuhi syarat pada pengujian *marshall*, karna semakin banyak MGB pada campuran beton aspal membuat aspal tidak bisa mengeras sempurna. Kadar aspal optimum yang didapat dengan penambahan MGB adalah Aspal optimum sebesar 6,5% untuk penambahan MGB 0%; Aspal optimum sebesar 5,75% untuk penambahan MGB 2%; Aspal optimum sebesar 6,25% untuk penambahan MGB 3%; Aspal optimum sebesar 6,5% untuk penambahan MGB 4%; Aspal optimum sebesar 6,25% untuk penambahan MGB 5%.

Kata Kunci: AC-WC, Laston, Minyak Goreng Bekas, *Marshall*, Aspal, Jalan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur jalan raya merupakan sarana yang berperan penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia pada suatu wilayah yang ditempatinya. Jalan raya juga terlibat dalam pembangunan suatu daerah atau negara, sebagai media penghubung dari satu aktivitas ke aktivitas lainnya. Menurut Undang-undang Nomor 38 Tahun 2004, jalan sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan, serta dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.

Kerusakan jalan menjadi salah satu masalah yang kerap menjadi pusat perhatian pemerintah. Kerusakan jalan berdampak pada tingginya risiko kecelakaan, terhambatnya aktivitas dan tingginya biaya pemeliharaan yang dikeluarkan pemerintah. Informasi APBN 2018 menjelaskan bahwa anggaran yang dikucurkan untuk infrastruktur senilai 410,4 triliun rupiah untuk pembukaan jalan baru serta pemeliharaannya.

Kerusakan pada infrastruktur jalan didominasi terjadi pada lapisan perkerasan (aspal) yang melayani besarnya volume lalu lintas, faktor cuaca, maupun kesalahan desain dalam perencanaan dan pelaksanaannya. Perkerasan yang mulai rusak mengalami oksidasi sehingga menjadi getas dan mudah retak. Seperti diketahui bahwa

aspal terdiri atas senyawa hidrokarbon yang membutuhkan bahan peremaja. Inovasi diperlukan dalam mengatasi masalah kerusakan pada lapisan perkerasan jalan dengan pengurangan penggunaan sumber daya alam yang semakin hari terbatas. Penggunaan bahan daur ulang dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam pembuatan lapisan perkerasan jalan karena di satu sisi mengurangi limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia.

Pemerintah melalui PP No 18 tahun 1999 tentang pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) telah mendorong untuk pengelolaan limbah B3 sehingga tidak mencemari lingkungan, minyak goreng bekas pakai (MGB) adalah salah satu limbah B3 yang bersal dari industri rumah tangga, pemanfaatan minyak goreng bekas pakai saat ini masih terbatas pada biodiesel, sedangkan pada dunia konstruksi masih sangat minim.

Minyak Goreng Bekas (MGB) adalah limbah yang berasal dari jenis-jenis minyak goreng seperti halnya minyak jangung, minyak sayur, dan sebagainya, penggunaan MGB dalam dunia konstruksi masih sedikit, terutama dalam praktek konstruksi di lapangan, sebagian besar dibuang pada tempat sampah dengan persentase 50%, selokan 39%, tanah 6% dijual 0% dan lain-lain sebesar 4% dari total 163 responden (Vanessa dkk, 2017). Dari pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Badan Litbangkes, kemenkes RI melalui penelitiannya menyatakan bahwa pemanasan yang terlalu tinggi dan berulang menyebabkan terjadinya reaksi polimerisasi dan reaksi Maillard yang menyebabkan minyak mengental dan berwarna gelap, senyawa polimer

ini disebut juga resin. MGB memiliki sifat dan karakteristik seperti dengan senyawa polimer resin (Suroso, 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Risiko kerusakan jalan yang selalu terjadi mengakibatkan penggunaan sumber daya alam berupa aspal terus meningkat, baik untuk perbaikan maupun untuk pekerjaan jalan baru. Keterbatasan sumber daya alam minyak bumi menuntut untuk menggunakan alternatif bahan lain sebagai bahan pengganti aspal. Minyak Goreng Bekas (MGB) merupakan suatu reaksi polimerisasi dan reaksi *Maillard* yang menyebabkan minyak mengental dan berwarna gelap disebut sebagai resin (Fauziah dan Emsya, 2019). Komposisi aspal (resin, *oils*, dan *asphaltenes*) (Sukirman, 2007), sehingga dimungkinkan MGB bisa menggantikan sebagian dari aspal. Perlu adanya penelitian lebih lanjut apakah MGB ini dapat digunakan sebagai pengganti sebagian aspal serta pengaruhnya pada sifat karakteristik campuran aspal beton.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui:

1. Pengaruh penggunaan MGB terhadap kadar aspal dilihat dari parameter *Marshall* seperti stabilitas, kelelahan (*flow*), kepadatan (*density*), *Voids In Mineral Agregate* (VMA) / kadar rongga dalam mineral agregat, *Voids Filled Bitumen* (VFB) / kadar

rongga terisi aspal, *Voids In Mix* (VIM) / kadar rongga dalam campuran beraspal, dan *Marshall Quotient* (MQ).

2. Kadar aspal optimum yang didapat dengan penambahan MGB pada beton aspal.
3. Apakah MGB dapat direkomendasikan sebagai bahan pengganti sebagian aspal pada campuran beton aspal.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian pada tugas akhir ini adalah peneliti mendapat wawasan dan ilmu baru bagaimana mengelola minyak goreng bekas sebagai pengganti sebagian aspal, kinerja aspal, dan sebagai acuan bagi pembaca dalam pengembangan pengelolaan limbah MGB.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini agar dapat terarah dan di rencanakan dengan baik, adalah sebagai berikut.

1. Bahan aspal yang digunakan adalah aspal pertamina dengan penetrasi 60/70.
2. Agregat yang digunakan berasal dari kokap, kab. Kulon progo
3. MGB diambil dari rumah makan (penjual : ayam / *seafood*).
4. Variasi MGB yang digunakan sebesar 0%, 2%, 3%, 4%, dan 5% terhadap berat aspal dengan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%.

5. Standar yang digunakan didasarkan pada spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018.
6. Penelitian ini tidak membahas kandungan kimiawi dari MGB.
7. Penelitian dan pengujian dilakukan di Laboratorium PT. Aneka Dharma Persada.

1.6 Keaslian Tugas Akhir

Mengambil contoh penelitian yang dilakukan antara lain :

1. Pengaruh penggunaan minyak pelumas bekas dan penambahan agregat halus terhadap laston AC-WC (Gestano, 2019) Laporan Tugas Akhir Mahasiswa S1 Atma Jaya Yogyakarta.
2. Pengaruh penambahan gondorukem pada campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) (Pramesti, 2019) Laporan Tugas Akhir Mahasiswa S1 Atma Jaya Yogyakarta.
3. Pengaruh minyak goreng bekas sebagai bahan peremaja *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) terhadap campuran aspal bergradasi *Split Mastic Asphalt* (SMA) (Alfathli M, 2019) Laporan Tugas Akhir Mahasiswa S1 Universitas Islam Indonesia.

1.7 Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengujian karakteristik aspal, karakteristik agregat, dan campuran aspal terhadap karakteristik *Marshall* dilakukan di Laboratorium PT. Aneka Dharma Persada Sedayu, Bantul, D.I. Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lapisan Aspal Beton

Laston atau lapis aspal beton menurut Sukirman (2007) adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal secara homogen, dengan atau tanpa bahan tambahan. Lapisan Aspal Beton (Laston) yang selanjutnya disebut AC, terdiri dari tiga jenis campuran, AC Lapis Aus (AC-WC), AC lapis antara (*AC-Binder Course*, AC-BC), dan AC Lapis Pondasi (*AC-Base*) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm. Setiap jenis campuran AC yang menggunakan bahan Aspal Polimer atau Aspal Modifikasi dengan Aspal disebut masing-masing sebagai *AC-WC modified*, *AC-BC Modified*, *AC Base Modified*. (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010)

2.2 Bahan Penyusun Lapis Aspal Beton

2.2.1 Aspal

Menurut Sukirman (2007), aspal didefinisikan sebagai material perekat (*cementitious*), berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilang minyak bumi. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Banyaknya aspal

dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10 - 15% berdasarkan volume campuran. Berdasarkan cara diperolehnya aspal dapat dibedakan atas:

1. Aspal alam, dapat dibedakan atas aspal gunung dan aspal danau.

2. Aspal buatan

- a. Aspal minyak

Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu destilasi minyak bumi.

Aspal minyak dengan bahan dasar aspal dapat dibedakan atas:

- 1) Aspal padat

Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal dengan nama semen aspal (*asphalt cement*). Oleh karena itu semen aspal harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan pengikat agregat.

- 2) Aspal cair

Aspal cair yaitu aspal yang berbentuk cair pada suhu ruang. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin atau solar.

- 3) Aspal emulsi

Aspal emulsi adalah suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi, yang dilakukan di pabrik pencampur. Aspal emulsi ini lebih cair. Di dalam aspal emulsi, butir-butir aspal larut dalam air. Untuk

menghindari butiran aspal saling menarik membentuk butir-butir yang lebih besar, maka butiran tersebut diberi muatan listrik.

2.2.2 Agregat

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Berdasarkan pengolahannya agregat dapat dibedakan atas agregat siap pakai, agregat yang perlu diolah dan agregat buatan. Agregat siap pakai adalah agregat yang digunakan sebagai material perkerasan jalan dengan bentuk dan ukuran sebagaimana diperoleh di lokasi asalnya atau dengan sedikit proses pengolahan. Agregat yang perlu diolah adalah agregat yang berasal dari gunung, bukit, sungai yang perlu melalui proses pengolahan terlebih dahulu di mesin pemecah batu, umumnya lebih baik sebagai material perkerasan jalan, karena mempunyai bidang pecahan, bertekstur kasar dan ukuran agregat sesuai yang diinginkan. Agregat buatan merupakan hasil olahan pabrik seperti semen dan kapur, ataupun limbah industri seperti abu terbang. (Sukirman, 2007)

2.2.3 Bahan pengisi (*filler*)

Filler adalah bahan berbutir halus yang mempunyai fungsi sebagai pengisi pada pembuatan campuran aspal. *Filler* didefinisikan sebagai fraksi debu mineral lolos saringan no. 200 (0,074 mm) bisa berupa kapur, debu batu, atau bahan lain, dan harus dalam keadaan kering (kadar air maksimal 1%). Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga menyatakan *Filler* adalah sebagai berikut :

1. Bahan pengisi yang ditambahkan terdiri atas debu batu kapur (*limestone dust*), kapur padam (*hydrate lime*), semen atau abu terbang yang sumbernya disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
2. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI 03-1968-1990 harus mengandung bahan lolos ayakan No. 200 (*75 micron*) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.

2.3 Karakteristik Campuran Aspal

Terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas (*stability*), keawetan (*durability*), kelenturan (*flexibility*), ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser (*skid resistance*), kedap air dan kemudahan pelaksanaan (*workability*). (Sukirman 2007)

Di bawah ini adalah penjelasan dari ketujuh karakteristik tersebut :

1. Stabilitas (*stability*)

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan, dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dominasi terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas

kendaraan ringan tentu tidak perlu mempunyai nilai stabilitas yang tinggi. (Menurut Sukirman, 2007)

2. Keawetan (*durability*)

Durabilitas atau yang biasa disebut keawetan merupakan ketahanan lapisan perkerasan jalan aspal terhadap pengaruh beban lalu lintas dan cuaca. Faktor yang dapat dilakukan untuk mempertinggi durabilitas adalah jumlah aspal yang digunakan, gradasi yang rapat, pemadatan yang benar, campuran aspal dan batuan yang rapat dari air. Jumlah aspal yang optimum akan mengikat agregat lebih baik dan terhindar dari pengaruh abrasi yang menyebabkan *raveling*, gradasi yang rapat akan membuat campuran kedap air, dan jika campuran dipadatkan dengan benar maka daya ikat aspal yang berkurang terhadap agregat karena air dapat dicegah. (*The Asphalt Institute*, 1983)

3. Kelenturan (*flexibility*)

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapis untuk dapat mengikuti deformasi atau perubahan bentuk yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Pada umumnya, fleksibilitas pada campuran perkerasan jalan ditingkatkan dengan menggunakan agregat dengan gradasi terbuka dan kadar aspal yang tinggi. (*The Asphalt Institute*, 1983)

4. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*)

Ketahanan kelelahan merupakan ketahanan dari lapis tipis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak. Faktor yang sangat menentukan ketahanan kelelahan adalah kadar

aspal yang tinggi dalam campuran serta gradasi agregat yang rapat cenderung memiliki ketahanan kelelahan yang baik. Aspal dalam kadar yang tinggi di campurkan yang memiliki gradasi agregat baik akan menghasilkan ketahanan kelelahan yang baik dengan catatan campuran tidak terjadi *bleeding*. (*The Asphalt Institute*, 1983)

5. Kekesatan/tahanan geser (*skid resistance*)

Kekesatan adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada keadaan basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir, ataupun slip. Faktor untuk membuat permukaan baik saat keadaan basah adalah agregat yang kasar serta kadar aspal yang optimum. Jika penggunaan kadar aspal yang terlalu tinggi maka akan membuat aspal akan banyak berada di permukaan dan membuat permukaan tersebut menjadi halus dan saat basah akan berbahaya dikarenakan untuk gaya gesek terhadap roda menjadi kecil. (*The Asphalt Institute*, 1983)

6. Kemudahan pelaksanaan (*workability*)

Kemudahan pelaksanaan adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dihamparkan dan dipadatkan. Tingkat kemudahan dalam pelaksanaan, menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur, dan gradasi serta kondisi agregat. (Menurut Sukirman, 2007)

7. *Void in mix* (VIM)

VIM adalah volume pori yang tersisa ketika campuran aspal panas telah selesai dipadatkan, hal ini berfungsi sebagai tempat bergesernya butiran-butiran agregat ketika terjadi pemadatan tambahan akibat repitasi beban kendaraan lalu lintas serta tempat bergerakanya aspal ketika terjadi peningkatan temperatur yang membuat aspal menjadi lunak.

8. *Void in the mineral aggregate (VMA)*

VMA adalah ruang rongga antara partikel agregat pada suatu campuran beton aspal padat termasuk rongga udara. Semakin tinggi kadar VMA maka kadar aspal yang digunakan juga semakin tinggi

9. *Void Filled with Asphalt (VFA)*

VFA merupakan volume rongga antara agregat dari campuran beton aspal padat yang terisi oleh aspal biasa disebut selimut aspal.

10. Kelelehan Plastis (*Flow*)

Flow merupakan suatu nilai yang menunjukkan penurunan vertikal pada suatu benda uji akibat menahan beban yang diterima dan dinyatakan dalam mm atau 0,01 nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar aspal, viskositas aspal, gradasi agregat, dan temperatur pada saat pemadatan.

11. *Marshall quotient (MQ)*

MQ merupakan nilai yang menyatakan sifat kekakuan suatu campuran beton aspal. Nilai MQ yang terlalu tinggi membuat suatu campuran beton aspal cenderung kaku dan mudah getas bila diberikan beban, sebaliknya apabila nilai MQ yang terlalu rendah menyebabkan campuran beton aspal cenderung tidak stabil.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Bahan Penyusun

3.1.1 Aspal

Di Indonesia umumnya menggunakan aspal keras dengan jenis AC pen 60/70 dan 80/100 karena Indonesia mempunyai iklim tropis dan volume lalu lintas yang tinggi. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal pen 60/70. Syarat untuk aspal keras jenis aspal pen 60/70 dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Ketentuan Untuk Aspal Keras Penetrasi 60/70

Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Persyaratan
Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70
Viskositas Kinematis 135°C (Cst)	ASTM D2170-10	≥ 300
Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
Kelarutan dalam Trichloroethylene	AASHTO T44-14	≥ 99
Berat Jenis	SNI 2441:2011	$\geq 0,1$
Pengujian Residu hasil TFOT		
Berat yang hilang	SNI 06-2441-1991	$\leq 0,8$
Penetrasi pada 25°C (% semula)	SNI 2456:2011	≥ 54
Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 50

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018

3.1.2 Agregat

Agregat merupakan batuan mineral padat yang memiliki proporsi 90-95% dari persentase berat atau 75-85% dari persentase volume. Berdasarkan proses terbentuknya, agregat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu:

1. Berasal dari kejadian alam: batuan beku, batuan sedimen, batuan metamorf.

2. Berasal dari proses pengolahannya: agregat alam, agregat olahan, dan agregat buatan.
3. Berdasarkan ukuran fragmentnya: agregat kasar, agregat halus, abu batu/*filler*.

Agregat sebagai bahan utama penyusun campuran aspal harus memenuhi standart kualitas berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, agregat yang digunakan harus memenuhi ketentuan berat jenis yang sama antara agregat kasar dan halus yaitu lebih dari 0,2.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang memiliki ukuran butiran $>4,75$ mm atau tertahan saringan No. 8 (2,36 mm). Ketentuan agregat kasar sebelum digunakan harus memenuhi persyaratan pengujian yang tertera pada Tabel 3.2. Agregat kasar yang digunakan dalam campuran adalah agregat yang tertahan ayakan No. 4 (4,75 mm) serta harus bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya.

Tabel 3.2 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian			Standar	Nilai
Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	SNI 2471:2008	Maks. 6%
		500 putaran		Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya	100 putaran		Maks. 8%
		500 putaran		Maks. 40%
Berat jenis dalam penyerapan air			SNI-1969-2008	Maks. 3%
Material lolos ayakan No.200			SNI 03-4142-1996	Maks. 2%

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018

Dalam pengujian karakteristik agregat kasar terdapat 3 sifat berat jenis sebagai berikut:

- a. Berat jenis kering (*bulk specific gravity*)

Merupakan berat jenis yang diperoleh dari hasil perbandingan antara berat agregat kering dengan selisih antara berat agregat dalam kondisi kering permukaan (SSD) dan berat agregat jenuh di dalam permukaan air. Rumus yang digunakan dalam menentukan berat jenis kering ini adalah:

$$B_{j_{bulk}} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(3-1)$$

Keterangan:

- B_k = berat benda uji kering oven (gr)
 B_j = berat benda uji kering permukaan/SSD (gr)
 B_a = berat benda uji jenuh di dalam air (gr)

b. Berat jenis kering permukaan (*saturated surface dry*)

Merupakan berat jenis yang diperoleh dari perbandingan antara berat agregat jenuh air dengan berat agregat jenuh di dalam air. Rumus yang digunakan untuk menentukan berat jenis kering permukaan ini adalah:

$$B_{j_{SSD}} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(3-2)$$

c. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*)

Merupakan berat jenis yang diperoleh dari perbandingan antara berat agregat dalam kondisi kering dengan berat agregat jenuh di dalam air. Rumus yang digunakan untuk menentukan berat jenis ini adalah:

$$B_{j_{Apparent}} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \dots\dots\dots(3-3)$$

2. Agregat Halus

Selain agregat kasar, berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 agregat halus yang digunakan juga harus memenuhi ketentuan pengujian

seperti yang tertera pada Tabel 3.3. Agregat halus merupakan agregat yang memiliki ukuran butirannya <4,75 mm atau lolos saringan No.8 (2,36 mm). Agregat halus yang digunakan harus terdiri dari pasir atau hasil ayakan batu pecah yang lolos ayakan No. 4 (4,75 mm). Selain itu, pasir alam dalam agregat halus yang digunakan dalam campuran AC (*asphalt concrete*) tidak boleh melebihi 15% terhadap berat total campuran.

Tabel 3.3 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
<i>Sand Equivalent</i>	SNI 03-4428-1997	Min. 50%
Agregat Lolos Ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%
Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	Min. 2,5 gr/cc
Peresapan terhadap air	SNI 03-1970-1990	Maks. 5%

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018

Dalam pengujian berat jenis agregat halus terhadap 3 jenis berat jenis yang diperhitungkan. Rumus yang digunakan untuk menentukan berat jenis agregat halus tersebut adalah :

a. Berat jenis kering

$$B_{jBulk} = \frac{Bk}{B+500-Bt} \dots\dots\dots(3-4)$$

b. Berat jenis kering permukaan (SSD)

$$B_{jSSD} = \frac{500}{B+500-Bt} \dots\dots\dots(3-5)$$

c. Berat jenis semu

$$B_{jApparent} = \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \dots\dots\dots(3-6)$$

Keterangan:

Bk = Berat kering oven benda uji (gr)

B = Berat Piknometer diisi air (25°C)

Bt = Berat Piknometer + benda uji + air

3.1.3 Bahan pengisi (*filler*)

Menurut SNI 03-6732-2002, bahan pengisi (*filler*) adalah bahan yang lolos ukuran saringan no. 30 (0,59 mm) dan syarat *filler* berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga (2018) yaitu harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan harus mengandung bahan yang lolos ayakan no. 200 tidak kurang dari 75% terhadap beratnya. Dalam penelitian ini digunakan kapur sebagai *filler* dan pengujian yang dilakukan adalah pengujian berat jenis *filler*.

3.1.4 Minyak Goreng Bekas Pakai

Minyak goreng bekas pakai adalah minyak yang mengalami dekomposisi asam lemak pada batas tertentu dapat mengakibatkan minyak menjadi tidak layak dipakai lagi. Minyak goreng bekas pakai diperoleh dari proses memasak atau memanaskan makanan dengan menggunakan minyak dalam jumlah yang banyak dan digunakan berulang kali pada suhu yang tinggi. Ciri-ciri dari minyak goreng bekas pakai adalah berwarna coklat gelap, kental, dan berbau akibat reaksi selama pemanasan minyak.

3.2 Karakteristik Campuran Laston

Pada campuran laston AC – WC, campuran dinyatakan layak jika memenuhi kriteria dalam parameter *Marshall Test*. Ketentuan sifat campuran laston (AC) berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 tertera pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Ketentuan Sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus (AC-WC)	Lapis Antara (AC-BC)	Pondasi (AC-Base)
Jumlah Tumbukan per bidang		75		112
Kadar Aspal efektif (%)		5,1	4,3	4
Penyerapan Aspal (%)		1,2		
Rongga dalam campuran (VIM) (%)	Min.	3		
	Maks	5		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (VFA) (%)	Min.	65		
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		1800
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250		300
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks	4		6

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018

Agregat dan aspal yang sudah diuji sesuai dengan ketentuan di atas kemudian dicampur. Pencampuran aspal dengan agregat harus memenuhi suhu sesuai dengan ketentuan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Ketentuan Suhu Campuran Aspal

No	Prosedur Pelaksanaan	Suhu Campuran (°C) Aspal Pen. 60/70
1	Pencampuran benda uji <i>Marshall</i>	155 ± 1
2	Pemadatan benda uji <i>Marshall</i>	145 ± 1

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018

Untuk menentukan nilai dari masing-masing parameter *marshall* maka dilakukan pengujian dengan mesin *marshall test*. Secara analitis sifat volumetrik dari beton aspal dapat dihitung berdasarkan rumus-rumus dibawah ini, yaitu:

1. Berat jenis *bulk* (G_{mb})

Berat benda uji *bulk* dapat diukur dengan rumus sebagai berikut:

$$G_{mb} = \frac{\text{Berat benda uji kering}}{\text{Berat benda uji kering permukaan} - \text{berat benda uji dalam air}} \dots\dots\dots(3-7)$$

2. Berat jenis *bulk* agregat campuran (G_{sb})

Digunakan untuk menghitung berat jenis agregat campuran yang terdiri dari agregat dari beberapa lokasi dan memiliki berat jenis yang berbeda. Menghitung berat jenis *bulk* agregat campuran dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$G_{sb} = \frac{100}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \dots\dots\dots(3-8)$$

Keterangan:

G_{sb} = berat jenis *bulk* agregat campuran

P_1, P_2, \dots, P_n = persentase berat tiap jenis agregat

G_1, G_2, \dots, G_n = spesifikasi berat jenis tiap agregat

3. Berat jenis efektif agregat (G_{se})

Merupakan perbandingan antara berat campuran diudara dengan volume agregat yang tidak diresapi oleh aspal. Berat jenis efektif dari suatu campuran dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$G_{se} = \frac{(G_{sb} + G_{sa})}{2} \dots\dots\dots(3-9)$$

4. Berat jenis maksimum campuran beraspal (G_{mm})

Merupakan berat jenis campuran tanpa ada udara yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium. Berat jenis maksimum beton aspal yang belum dipadatkan dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$G_{mm} = \frac{100}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots\dots\dots(3-10)$$

Keterangan:

G_{mm} = berat jenis maksimum campuran

P_b = jumlah aspal, % total berat campuran

- P_s = jumlah agregat, % total berat campuran
 G_b = berat jenis aspal
 G_{se} = berat jenis efektif agregat.

5. *Void in Mineral Aggregate (VMA)*

Void in mineral aggregate (VMA) adalah nilai presentase dari rongga dalam mineral agregat. Nilai VMA dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$VMA = (100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}}) \dots \dots \dots (3-11)$$

Keterangan :

VMA = volume rongga agregat di dalam beton aspal padat, persen dari volume *bulk* beton aspal

G_{mb} = berat jenis *bulk* dari beton aspal padat

G_{sb} = berat jenis *bulk* dari agregat pembentukan beton aspal padat

P_s = kadar agregat, % terhadap berat beton aspal padat

6. *Void in Mix (VIM)*

Void in The Mix (VIM) adalah nilai presentase dari rongga udara yang ada pada campuran perkerasan aspal. Nilai VIM dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$VIM = (100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}) \dots \dots \dots (3-12)$$

Keterangan :

VIM = volume rongga dalam beton aspal padat, persen dari volume *bulk* beton aspal padat

G_{mm} = berat jenis maksimum dari beton aspal yang belum dipadatkan

G_{mb} = berat jenis *bulk* dari beton aspal

7. *Void Filled with Asphalt (VFA)*

Voids Filled with Asphalt (VFA) merupakan nilai presentase rongga yang terisi aspal di dalam campuran, nilai VFA berfungsi sebagai selimut agregat di dalam beton aspal padat yang dinyatakan dalam persentase dari nilai VMA. VFA dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$VFA = \frac{100 (VMA - VIM)}{VMA} \dots\dots\dots(3-13)$$

Keterangan :

VFA = volume rongga terisi aspal, persen terhadap VMA

VMA = volume rongga agregat di dalam beton aspal padat, persen dari volume *bulk* beton aspal

VIM = volume rongga di dalam beton aspal padat, persen dari volume *bulk* beton aspal padat

8. Stabilitas

Stabilitas merupakan sifat campuran aspal dalam menerima beban lalu lintas yang bekerja selama umur pelayanan tanpa mengalami perubahan bentuk struktural seperti gelombang, *alur*, atau *bleeding*. Nilai stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas yang kemudian dikalibrasi dengan *proving ring* dan dikoreksi oleh tinggi benda uji itu sendiri. Nilai stabilitas dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MS = p \times q \dots\dots\dots(3-14)$$

Keterangan :

MS = angka stabilitas (Kg)

p = pembacaan arloji x kalibrasi *proving ring* (lbf)

q = angka *convert* lbs ke Kg = 0,454 (Kg)

Angka koreksi yang digunakan sesuai dengan Tabel 3.6, dengan nilai faktor kalibrasi = 44,4744 (lbf / div)

Tabel 3.6 Angka Koreksi Kalibrasi *Proving Ring*

Penunjukan Dial Deformasi (x 0,01 mm)	Penunjukan Standar (lbf)	Kesalahan Pengulangan (%)	Faktor Kalibrasi (lbf / div)	Deviasi Faktor Kal. (%)	Uncertainty
0	0,00				
20	843,86	0,74	42,1429	-5,24	± 15,8
40	1744,69	0,11	43,6173	-1,93	± 15,4
60	2636,05	0,12	43,9342	-1,21	± 15,5
80	3553,43	0,04	44,4178	-0,13	± 17,1
100	4447,44	0,06	44,4744	0,00	± 21,3
120	5300,95	0,05	44,1745	-0,67	± 25,4
140	6197,94	0,03	44,2710	-0,46	± 29,8
160	7093,70	0,03	44,3356	-0,31	± 34,0
180	8005,26	0,04	44,4736	0,00	± 38,4
200	8901,23	0,04	44,5061	0,07	± 42,7
220	9734,73	0,01	44,2488	-0,51	± 46,7

Sumber: Hasil Kalibrasi

9. Kelelehan (*flow*)

Kelelehan (*flow*) merupakan ukuran besarnya kelelehan campuran beton aspal akibat beban yang terjadi pada suatu suhu tertentu. Nilai *flow* didapatkan dari pembacaan arloji pengukuran *proving ring* pada saat terjadi keruntuhan pada alat *marshall*. Nilai yang diperoleh dari pembacaan arloji sudah dalam satuan mm sehingga tidak perlu dikonversi lebih lanjut.

10. Kepadatan (*density*)

Kepadatan (*density*) merupakan nilai yang menyatakan tingkat kepadatan suatu campuran beton aspal setelah dilakukan pemadatan. Sesuai dengan spesifikasi, tingkat kepadatan suatu campuran tidak boleh kurang atau lebih dari 2,5%. Nilai

kepadatan (*density*) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{density} = \frac{\text{berat benda uji}}{\text{volume benda uji}} \dots \dots \dots (3-15)$$

11. *Marshall Quotient* (QM)

Marshall Quotient (QM) merupakan nilai yang menyatakan sifat kekakuan dari suatu campuran beton aspal. MQ dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MQ = \frac{MS}{MF} \dots \dots \dots (3-16)$$

Keterangan:

MQ = *Marshall Quotient* (Kg/mm)

MS = *Marshall Stability* (Kg)

MF = *Flow Marshall* (mm)

BAB VI

KESIMPULAN & SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada campuran *Asphalt Concrete* – *Wearing Course* (AC – WC), dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan MGB terhadap kadar aspal berdasarkan karakteristik marshall adalah sebagai berikut:

- a. Stabilitas

Campuran beton aspal dengan 2% MGB dan 3% MGB mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa MGB, cenderung menurunkan nilai stabilitas.

- b. Kelelehan (*flow*)

Seiring penambahan kadar aspal 5% - 5,5%, nilai *flow* mengalami penurunan dan meningkat kembali pada kadar aspal 6% - 6,5%. Nilai *flow* tertinggi adalah 3,35 mm pada penggunaan kadar aspal 6,5% + 3% MGB, sedangkan *flow* terendah adalah 1,6 mm pada penggunaan kadar aspal 5,5% + 5% MGB.

Berdasarkan spesifikasi umum Bina Marga 2018 syarat nilai *flow* adalah 2 – 4 mm, sehingga pada penggunaan kadar aspal 5,5% + 5% MGB tidak memenuhi persyaratan.

- c. Kepadatan (*density*)

Nilai *density* cenderung naik karena penambahan aspal ke dalam campuran mengakibatkan nilai kerapatannya semakin membaik. Pada kadar MGB 4%

dan 5% nilai *density* lebih rendah dibandingkan 0% hal ini dapat terjadi karena viscositas naik.

d. Kadar rongga dalam agregat (VMA)

Dari hasil pengujian diketahui bahwa seiring dengan meningkatnya kadar aspal, nilai VMA cenderung menurun, sedangkan dengan meningkatnya kadar MGB nilai VMA cenderung meningkat dibandingkan dengan campuran beton aspal tanpa MGB.

e. Kadar rongga dalam campuran (VIM)

Seiring dengan penambahan kadar aspal, nilai VIM semakin menurun, sedangkan seiring dengan penambahan MGB, nilai VIM cenderung meningkat. Nilai VIM yang memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu pada kadar aspal 6% + 0% MGB, 5,5% - 6,5% aspal + 2% MGB, 6% - 6,5% aspal + 3% MGB, 6,5% aspal + 4% MGB, 6,5% aspal + 5% MGB, dengan syarat nilai VIM yaitu 3 – 5%.

f. Kadar rongga terisi aspal (VFA)

Seiring dengan penambahan kadar aspal, nilai VFA cenderung meningkat karena rongga dalam campuran yang terisi aspal semakin banyak. Penambahan MGB menghalangi aspal untuk mengisi rongga-rongga yang ada sehingga nilai VFA cenderung mengalami penurunan. Nilai VFA yang memenuhi persyaratan spesifikasi umum Bina Marga 2018 yaitu pada penggunaan 5,5% aspal dengan 2 – 3% MGB, pada penggunaan 6% aspal dengan 0 – 5% MGB, dan pada 6,5% aspal dengan 0 – 5% MGB.

g. Tingkat kekakuan campuran (MQ)

Seiring penambahan kadar aspal dalam campuran akan mengakibatkan nilai MQ naik sampai batas optimum, penambahan aspal 5,5% dan menurun dengan penambahan jumlah aspal 6,5% karena jumlah aspal sampai titik optimum membuat campuran aspal menjadi lebih padat dan kaku kemudian untuk penambahan jumlah aspal selanjutnya membuat campuran aspal menjadi kelebihan aspal dan menjadi mudah bergeser atau tidak kaku lagi. Berdasarkan spesifikasi umum Bina Marga 2018 nilai MQ memenuhi persyaratan.

2. Kadar aspal optimum yang didapat dengan penambahan MGB adalah:
 - a. Aspal optimum sebesar 6,5% untuk penambahan MGB 0%;
 - b. Aspal optimum sebesar 5,75% untuk penambahan MGB 2%;
 - c. Aspal optimum sebesar 6,25% untuk penambahan MGB 3%;
 - d. Aspal optimum sebesar 6,5% untuk penambahan MGB 4%;
 - e. Aspal optimum sebesar 6,25% untuk penambahan MGB 5%.
3. Campuran yang semuanya memenuhi syarat untuk kadar MGB 0%, 2%, 3%, 4%, dan 5% yaitu pada kadar aspal 6,5%
4. MGB yang dapat direkomendasikan adalah 2% - 3% dan untuk 4% - 5% tidak memenuhi syarat pada pengujian *marshall*, karna semakin banyak MGB pada campuran beton aspal membuat aspal tidak bisa mengeras sempurna.
5. Untuk kelas jalan yang direncanakan kelas jalan IIA

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan saran yang dapat digunakan sebagai referensi penelitian selanjutnya berupa:

1. MGB pada kadar tertentu tidak begitu bagus pada pengujian *Marshall*, oleh karena itu penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan variasi bahan pengganti aspal lainnya yang berasal dari limbah.
2. Penelitian dapat dilanjutkan pada lapisan perkerasan lainnya seperti AC-BC atau AC-Base.
3. Penelitian selanjutnya dapat mencari tahu apakah MGB mengandung garam dan berpengaruh pada campuran aspal.
4. Sebaiknya penelitian yang akan datang juga memperhatikan berat jenis bahan pengganti agar berat total tiap benda uji tidak berubah.



DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum 2010 (revisi 3) untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan Departemen Pekerjaan Umum*. Jakarta : Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan Departemen Pekerjaan Umum*. Jakarta : Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Fauziah, M., & Emsya, Y.D. 2019. *Pengaruh Penggunaan WCO Sebagai Bahan Peremaja RAP Terhadap Karakteristik Campuran RAP-Aspal Baru Bergradasi Superpave*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia. 2018. *APBN 2018*. Jakarta : Kementerian Keuangan Republik Indonesia.
- Presiden Republik Indonesia. 1999. *Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*. Jakarta : Presiden Republik Indonesia.
- Presiden Republik Indonesia. 2004. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*. Jakarta : Presiden Republik Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. 2002. *Spesifikasi Bahan Pengisi untuk Campuran beraspal (SNI 03-6723-2002)*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2003. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall (RSNI M-01-2003)*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2008. *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los angeles (SNI 2417:2008)*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2012. *Metode Uji untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar (SNI ASTM C136:2012)*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Sukirman, S., 2007. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta : Granit.
- The Asphalt Institute. 1983. *Asphalt Technology and Construction Practices*. Asphalt Institute, College Park, Maryland, USA.
- Vanessa, M. C., Bouta, J. M., 2017. *Analisis Jumlah Minyak Jelatah Yang Dihasilkan Masyarakat di Wilayah Jabodetabek*. Tangerang : Universitas Surya.

LAMPIRAN





LABORATORIUM TRANSPORTASI

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL & LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK UGM
Jl. Grafika No. 2 Kampus Universitas Gadjah Mada Yogyakarta 55281 telp. 0274-545675



RESUME HASIL PEMERIKSAAN ASPAL PERTAMINA 60/70 PT. ANEKA DHARMA PERSADA

No.	Jenis Pemeriksaan	Aspal 60/70	Hasil	Satuan
1.	Penetrasi, 25°C, 5 detik	60 - 70	65,10	0,1 mm
2.	Titik Lembek	min. 48	49	°C
3.	Titik Nyala	min. 232	281	°C
4.	Daktilitas 25°C, % cm/menit	min. 100	127	cm
5.	Kelarutan dalam TCE	min. 99	99,25	%
6.	Kehilangan berat (163°C, 5 jam)	max. 0,8	0,233	%
7.	Penetrasi setelah kehilangan berat, 25°C, 5 detik	min. 54	81,78	% of original
8.	Daktilitas setelah kehilangan berat	min. 100	109	cm
9.	Berat jenis aspal	min. 1,0	1,034	gr/cc

Yogyakarta, 5 September 2019
Diperiksa oleh

Sani
(Sani Primawista, A.Md)



PT. ANEKA DHARMA PERSADA

ASPAL MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT

Kantor : JL. Arwana 4 - 5 Bangunharjo, sewon, Bantul, Yogyakarta (0274) 419209 Email: pt-anekadharma@yahoo.com

Base Camp : JL. Wonosari KM 11 Tegalyoso Siliwangi Piyungan Bantul Yogyakarta Telp. (0274) 7490706 fax: (0274) 4353459

KEAUSAN AGGREGAT (ABRASI) DENGAN MESIN LOS ANGELES

SNI 2417 : 2008

Tanggal : 27 Januari 2020

Jenis batuan : Andesit

Asal contoh : Gunungrego Kokap Kulonprogo

Saringan		Berat dan gradasi benda uji (gram)						
Lolos	Tertahan	A	B	C	D	E	F	G
3 "	2 1/2 "					2500		
2 1/2 "	2 "					2500		
2 "	1 1/2 "					5000	5000	
1 1/2 "	1 "	1250					5000	5000
1 "	3 / 4 "	1250						5000
3 / 4 "	1 / 2 "	1250	2500					
1 / 2 "	3 / 8 "	1250	2500					
3 / 8 "	1 / 4 "			2500				
1 / 4 "	No . 4			2500				
No . 4	No . 8				5000			
Jumlah berat	(a)	5000	5000	5000	5000	10.000	10.000	10.000
Berat tertahan # 12								
pada 100 putaran	(b)							
Berat tertahan # 12								
pada 500 putaran	(c)		3930					
Jumlah bola		12	11	8	6	12	12	12
Berat yang aus pada 500 putaran								

A. Nilai Keausan Pada 500 Putaran

$$\text{Percobaan I} \quad \frac{(a - c)}{a} \times 100 \% = 21.40\%$$

Diperiksa Oleh :
Penyedia Jasa**Abdul Azis Aliqar, ST**
Lab. Technician



PT. ANEKA DHARMA PERSADA
 ASPHALT MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT



PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN

(PB - 0203 - 76)

Campuran : AC - WC

Jenis Material : Stock Pile

Tanggal 27 Januari 2020

AGREGAT KASAR			Stock pile (1-2)			
			I	II	III	IV
A	Berat benda uji kering oven	Gram	1624.1	1624.1		
B	Berat benda uji kering permukaan jenuh	Gram	1652.9	1652.9		
C	Berat benda uji dalam air	Gram	1019	1019		
	Berat jenis kering oven (Bulk)	A	2.562	2.562		
		B - C	Rata2	2.562		
	Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	B	2.608	2.608		
		B - C	Rata2	2.608		
	Berat Jenis Semu (Apparent)	A	2.684	2.684		
		A - C	Rata2	2.684		
	Penyerapan (Absorbsi)	$\frac{B - A}{A} \times 100\%$	1.773	1.773		
			Rata2	1.773		
AGREGAT KASAR			Stock pile (1-1)			
			I	II	III	IV
A	Berat benda uji kering oven	Gram	1695.7	1695.7		
B	Berat benda uji kering permukaan jenuh	Gram	1732.9	1732.9		
C	Berat benda uji dalam air	Gram	1070.4	1070.4		
	Berat jenis kering oven (Bulk)	A	2.560	2.560		
		B - C	Rata2	2.560		
	Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	B	2.616	2.616		
		B - C	Rata2	2.616		
	Berat Jenis Semu (Apparent)	A	2.712	2.712		
		A - C	Rata2	2.712		
	Penyerapan (Absorbsi)	$\frac{B - A}{A} \times 100\%$	2.194	2.194		
			Rata2	2.194		

Diperiksa oleh:
 Penyedia Jasa

Abdul Azis Aliqar, ST
 Lab. Technician



PT. ANEKA DHARMA PERSADA
 ASPHALT MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT



PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT

Jenis Contoh Uji : Stock Pile Abu Batu
 Tanggal : 5 Februari 2020

Langkah Kerja		Satuan	Nomor Uji		Keterangan
Nomor			I	II	
Rendaman 10 Menit	Mulai	Menit	10:35:00 AM	10:40:00 AM	
	Selesai	Menit	10:45:00 AM	10:50:00 AM	
Dibiarkan Dalam Waktu (20 Menit + 15 Detik)	Mulai	Menit	10:50:00 AM	11:00:00 AM	
	Selesai	Menit	11:10:00 AM	11:20:00 AM	
Pembacaan Skala Lumpur			4.9	4.7	
Pembacaan Skala Pasir			3.2	3.1	
$SE = \frac{Skala\ Pasir}{Skala\ Lumpur} \times 100\%$		%	65.31	65.96	
Rata-Rata Sand Equivalent		%	65.63		
SPESIFIKASI MIN		%	60.00		

Diperiksa oleh :
 Penyedia Jasa

Abdul Azis Aligar, ST
 Lab. Technician



PT. ANEKA DHARMA PERSADA
ASPHALT MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT



PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT

Jenis Contoh Uji : Stock Pile Pasir
 Tanggal : 5 Februari 2020

Langkah Kerja		Satuan	Nomor Uji		Keterangan
Nomor			I	II	
Rendaman 10 Menit	Mulai	Menit	10:35:00 AM	10:40:00 AM	
	Selesai	Menit	10:45:00 AM	10:50:00 AM	
Dibiarkan Dalam Waktu (20 Menit + 15 Detik)	Mulai	Menit	10:50:00 AM	11:00:00 AM	
	Selesai	Menit	11:10:00 AM	11:20:00 AM	
Pembacaan Skala Lumpur			3.8	3.5	
Pembacaan Skala Pasir			2.7	2.6	
$SE = \frac{Skala\ Pasir}{Skala\ Lumpur} \times 100\%$		%	71.05	74.29	
Rata-Rata Sand Equivalent		%	72.67		
SPESIFIKASI MIN		%	60.00		

Diperiksa oleh :
 Penyedia Jasa

Abdul Azis Aligar, ST
 Lab. Technician



PT. ANEKA DHARMA PERSADA
 ASPHALT MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT



PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN

Campuran : AC-WC

Jenis Material : Stock Pile



Tanggal 27 Januari 2020



AGREGAT HALUS			Stock Pile			
			I	II		
A	Berat Benda Uji	Gram	500	500		
B	Berat benda uji kering oven	Gram	491.75	491.75		
C	Berat Phiknometer + Air	Gram	673.4	673.4		
D	Berat Phiknometer + Air + benda Uji	Gram	976.9	976.9		
	Berat jenis kering oven (Bulk)	$\frac{B}{C + A - D}$ Gr/cc	2.503	2.503		
			<i>Rata2</i>	2.503		
	Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	$\frac{A}{C + A - D}$ Gr/cc	2.545	2.545		
			<i>Rata2</i>	2.545		
	Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B}{C + B - D}$ Gr/cc	2.612	2.612		
			<i>Rata2</i>	2.612		
	Penyerapan (Absorpsi)	$\frac{A - B}{B} \times 100\%$ Gr/cc	1.678	1.678		
			<i>Rata2</i>	1.678		



AGREGAT HALUS			Stock Pile			
			I	II		
A	Berat Benda Uji	Gram	500	500		
B	Berat benda uji kering oven	Gram	490.35	490.35		
C	Berat Phiknometer + Air	Gram	673.4	673.4		
D	Berat Phiknometer + Air + benda Uji	Gram	981	981		
	Berat jenis kering oven (Bulk)	$\frac{B}{C + A - D}$ Gr/cc	2.549	2.549		
			<i>Rata2</i>	2.549		
	Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	$\frac{A}{C + A - D}$ Gr/cc	2.599	2.599		
			<i>Rata2</i>	2.599		
	Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{A}{C + B - D}$ Gr/cc	2.683	2.683		
			<i>Rata2</i>	2.683		
	Penyerapan (Absorpsi)	$\frac{A - B}{B} \times 100\%$ Gr/cc	1.968	1.968		
			<i>Rata2</i>	1.968		



Diperiksa oleh:
 Penyedia Jasa



Abdul Azis Aligar, ST
 Lab. Technician

 PT. ANEKA DHARMA PERSADA ASPHALT MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT											
ANALISA SARINGAN SNI 03 - 1968 - 1990											
JENIS MATERIAL : Agregat Halus						Tanggal : 29 Januari 2020					
Berat Contoh I : 1000.0 Gram						Berat Contoh II : 1000.0 Gram					
Ukuran Saringan		D ₁₅ tertahan masing 2 saringan (gram)	Kumulatif			Ukuran Saringan		D ₁₅ tertahan masing 2 saringan (gram)	Kumulatif		
			Berat Tertahan	Prosen Tertahan	Prosen Lolos				Berat Tertahan	Prosen Tertahan	Prosen Lolos
inci	mm	(gram)	gram	(%)	(%)	inci	mm	(gram)	gram	(%)	(%)
1 1/2 "	38.1					1 1/2 "	38.1				
1"	25.0					1"	2.5				
3/4"	19.0		0.0	0.00	100.00	3/4"	19.0		0.0	0.00	100.00
1/2"	12.5		0.0	0.00	100.00	1/2"	12.5		0.0	0.00	100.00
3/8"	9.50		0.0	0.00	100.00	3/8"	9.50		1.70	0.17	99.83
# 4	4.75		38.40	3.84	96.16	# 4	4.75		57.20	5.72	94.28
# 8	2.36		231.20	23.12	76.88	# 8	2.36		272.50	27.25	72.75
# 16	1.18		409.60	40.96	59.04	# 16	1.18		450.50	45.05	54.95
# 30	0.600		591.5	59.15	40.85	# 30	0.600		715.2	71.52	28.48
# 50	0.300		700.4	70.04	29.96	# 50	0.300		823.9	82.39	17.61
# 100	0.150		814.0	81.40	18.60	# 100	0.150		879.7	87.97	12.03
# 200	0.075		872.8	87.28	12.72	# 200	0.075		879.7	87.97	12.03
Berat Contoh III : 704.0 Gram						Berat Contoh IV : 706.9 Gram					
Ukuran Saringan		D ₁₅ tertahan masing 2 saringan (gram)	Kumulatif			Ukuran Saringan		D ₁₅ tertahan masing 2 saringan (gram)	Kumulatif		
			Berat Tertahan	Prosen Tertahan	Prosen Lolos				Berat Tertahan	Prosen Tertahan	Prosen Lolos
inci	mm	(gram)	gram	(%)	(%)	inci	mm	(gram)	gram	(%)	(%)
1 1/2 "	38.1					1 1/2 "	38.1				
1"	25.0					1"	2.5				
3/4"	19.0		0.00	0.00	100.00	3/4"	19.0		0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5		0.00	0.00	100.00	1/2"	12.5		0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50		0.00	0.00	100.00	3/8"	9.50		0.00	0.00	100.00
# 4	4.75		41.80	5.94	94.06	# 4	4.75		68.20	9.65	90.35
# 8	2.36		101.50	14.42	85.58	# 8	2.36		151.60	21.45	78.55
# 16	1.18		182.50	25.92	74.08	# 16	1.18		243.10	34.39	65.61
# 30	0.600		374.50	53.20	46.80	# 30	0.600		424.70	60.08	39.92
# 50	0.300		528.70	75.10	24.90	# 50	0.300		562.80	79.62	20.38
# 100	0.150		659.50	93.68	6.32	# 100	0.150		663.50	93.86	6.14
# 200	0.075		686.80	97.56	2.44	# 200	0.075		687.30	97.23	2.77
Diperiksa Oleh : Penyedia Jasa Abdul Azis Aligar, ST Lab. Technician											

 PT. ANEKA DHARMA PERSADA ASPHALT MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT									
GRADASI RATA-RATA AGGREGAT									
MATERIAL : Stock Pile		LOKASI : Base Camp							
DIGUNAKAN UNTUK : AC-WC		TANGGAL : 29 Januari 2020							
JENIS MATERIAL : Andesit									
Ukuran Saringan		Hasil Pengujian Gradasi Agregat (%lolos)							Rata-rata
		Contoh No.							
Inch	mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1 1/2 "	38.1								
1"	25.0								
3/4"	19.0	100.00	100.00						100.00
1/2"	12.5	67.89	73.03						70.46
3/8"	9.50	30.54	29.24						29.89
# 4	4.75	1.79	1.33						1.56
# 8	2.36	0.35	0.20						0.28
# 16	1.18	0.32	0.20						0.26
# 30	0.600	0.00	0.00						0.00
# 50	0.300	0.00	0.00						0.00
# 100	0.150	0.00	0.00						0.00
# 200	0.075	0.00	0.00						0.00
<p>Dikerjakan Oleh : Penyedia Jasa</p> <p><u>Abdul Azis Aligar, ST</u> Lab. Technician</p>									

 PT. ANEKA DHARMA PERSADA ASPHALT MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT 									
GRADASI RATA-RATA AGGREGAT									
MATERIAL		: Stock Pile							
DIGUNAKAN UNTUK		: AC-WC				LOKASI		: Base Camp	
JENIS MATERIAL		: Andesit				TANGGAL		: 29 Januari 2020	
Ukuran Saringan		Hasil Pengujian Gradasi Agregat (%lolos)							Rata-rata
		Contoh No.							
Inch	mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1 1/2 "	38.1								
1"	25.0								
3/4"	19.0	100.00	100.00						100.00
1/2"	12.5	100.00	100.00						100.00
3/8"	9.50	99.28	99.42						99.35
# 4	4.75	51.17	53.63						52.40
# 8	2.36	3.46	3.78						3.62
# 16	1.18	1.34	1.45						1.40
# 30	0.600	1.02	1.05						1.04
# 50	0.300	0.89	0.93						0.91
# 100	0.150	0.70	0.71						0.71
# 200	0.075	0.47	0.49						0.48
<p>Dikerjakan Oleh :</p> <p>Penyedia Jasa</p> <p><u>Abdul Azis Aligar, ST</u></p> <p>Lab. Technician</p>									

 PT. ANEKA DHARMA PERSADA ASPHALT MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT 									
GRADASI RATA-RATA AGGREGAT									
MATERIAL		: Stock Pile				LOKASI : Base Camp			
DIGUNAKAN UNTUK		: AC-WC				TANGGAL : 29 Januari 2020			
JENIS MATERIAL		: Abu Batu							
Ukuran Saringan		Hasil Pengujian Gradasi Agregat (%lolos)							Rata-rata
		Contoh No.							
Inch	mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1 1/2 "	38.1								
1"	25.0								
3/4"	19.0	100.00	100.00						100.00
1/2"	12.5	100.00	100.00						100.00
3/8"	9.50	100.00	99.83						99.92
# 4	4.75	96.16	94.28						95.22
# 8	2.36	76.88	72.75						74.82
# 16	1.18	59.04	54.95						57.00
# 30	0.600	40.85	28.48						34.67
# 50	0.300	29.96	17.61						23.79
# 100	0.150	18.60	12.03						15.32
# 200	0.075	12.72	12.03						12.38
<p>Diperiksa Oleh : Penyedia Jasa</p> <p><u>Abdul Azis Aligar, ST</u> Lab. Technician</p>									

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>PT. ANEKA DHARMA PERSADA ASPHALT MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>									
GRADASI RATA-RATA AGGREGAT									
MATERIAL		: Stock Pile				LOKASI		: Base Camp	
DIGUNAKAN UNTUK		: AC-WC				TANGGAL		: 29 Januari 2020	
JENIS MATERIAL		: Pasir							
Ukuran Saringan		Hasil Pengujian Gradasi Agregat (%lolos)							Rata-rata
		Contoh No.							
Inch	mm	I	II	III	IV	V	VI	VII	
1 1/2 "	38.1								
1"	25.0								
3/4"	19.0	100.00	100.00						100.00
1/2"	12.5	100.00	100.00						100.00
3/8"	9.50	100.00	100.00						100.00
# 4	4.75	94.06	90.35						92.21
# 8	2.36	85.58	78.55						82.07
# 16	1.18	74.08	65.61						69.84
# 30	0.600	46.80	39.92						43.36
# 50	0.300	24.90	20.38						22.64
# 100	0.150	6.32	6.14						6.23
# 200	0.075	2.44	2.77						2.61
<p>Diperiksa Oleh : Penyedia Jasa</p> <p>Abdul Azis Aligar, ST Lab. Technician</p>									

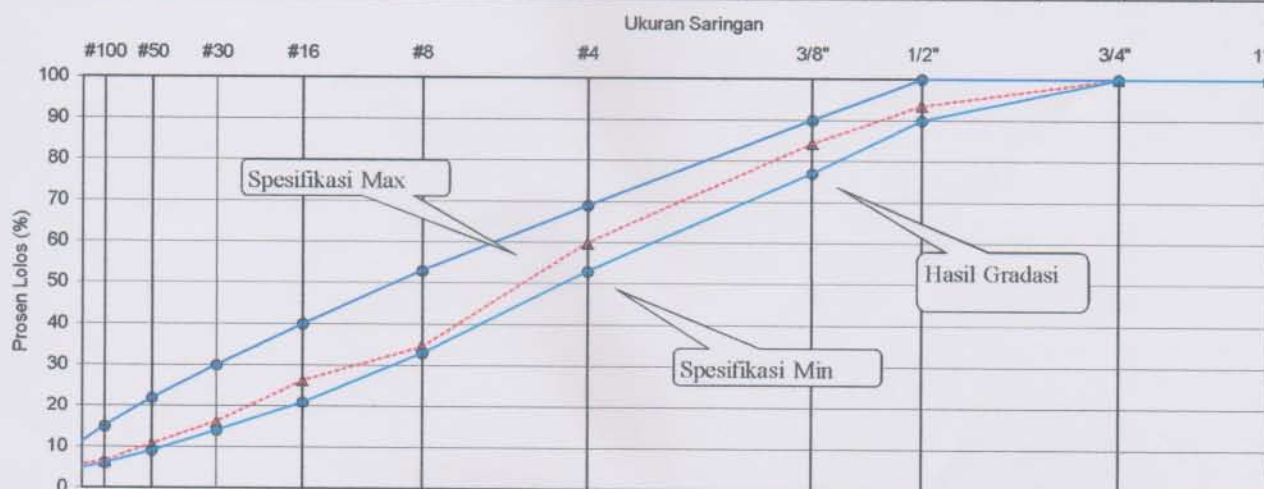
TABEL GRADASI GABUNGAN AGREGAT

MATERIAL : Stock Pile

DIGUNAKAN UNTUK : AC-WC

Tanggal : 27 Januari 2020

Ukuran Saringan	Inch mm	1.5"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
		38.1	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.600	0.300	0.150	0.075
Data Material		% LOLOS											
CA 1-2			100.00	100.00	70.46	29.89	1.56	0.28	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
MA 1-1			100.00	100.00	100.00	99.35	52.40	3.62	1.40	1.04	0.91	0.71	0.48
ABU BATU			100.00	100.00	100.00	99.92	95.22	74.82	57.00	34.67	23.79	15.32	12.38
PASIR			100.00	100.00	100.00	100.00	92.21	82.07	69.85	43.36	22.64	6.23	2.61
HOT BIN V (Filler)			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FILLER			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Komposisi Campuran		% LOLOS											
CA 1-2	22.0%		22.00	22.00	15.50	6.58	0.34	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
MA 1-1	34.0%		34.00	34.00	34.00	33.78	17.82	1.23	0.47	0.35	0.31	0.24	0.16
ABU BATU	39.0%		39.00	39.00	39.00	38.97	37.14	29.18	22.23	13.52	9.28	5.97	4.83
PASIR	5.0%		5.00	5.00	5.00	5.00	4.61	4.10	3.49	2.17	1.13	0.31	0.13
HOT BIN V (Filler)	0.0%		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FILLER	0.0%		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Campuran	100.0%		100	100.00	93.50	84.32	59.91	34.57	26.25	16.04	10.72	6.53	5.12
			1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	# 4	# 8	#16	# 30	# 50	# 100	# 200
Fuller Curve $(d / D)^{0.45}$			100	88.38	73.20	64.70	47.36	34.57	25.31	18.67	13.67	10.00	7.32
			1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	# 4	# 8	#16	# 30	# 50	# 100	# 200
Spec Gradasi	max		100	100	100	90	69	53	40	30	22	15	9
	min		100	100	90	77	53	33	21	14	9	6	4



#200

Grafik Kombinasi Agregat

 Diperiksa Oleh :
 Penyedia Jasa

Abdul Azis Aligar, ST
 Lab. Technician



PT. ANEKA DHARMA PERSADA
 ASPHALT MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT



LUAS PERMUKAAN AGGREGAT

Digunakan Untuk : AC - WC

Tanggal : 10 Februari 2020

UKURAN SARINGAN		GRADASI AGREGAT					GRADASI AGREGAT GABUNGAN	FAKTOR LUAS PERMUKAAN AGREGAT			
Inch	mm	CA 1-2	MA 1-1	Abu Batu	Pasir	Filler	A				
1.5"	38.10	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	>	1	X	0.41
1"	25	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	>	1	X	0.41
3/4"	19	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	>	1	X	0.41
1/2"	12.5	70.46	100.00	100.00	100.00	100.00	93.50	>	1	X	0.41
3/8"	9.5	29.89	99.35	99.92	100.00	100.00	84.32	>	1	X	0.41
# 4	4.75	1.56	52.40	95.22	92.21	100.00	59.91	X			0.41
# 8	2.36	0.28	3.62	74.82	82.07	100.00	34.58	X			0.82
# 16	1.18	0.27	1.40	57.00	69.85	100.00	26.26	X			1.64
# 30	0.600	0.00	1.04	34.67	43.36	100.00	16.04	X			2.87
# 50	0.300	0.00	0.91	23.79	22.64	100.00	10.72	X			6.14
# 100	0.150	0.00	0.71	15.32	6.23	100.00	6.53	X			12.29
# 200	0.075	0.00	0.48	12.38	2.61	100.00	5.12	X			32.77
PERBANDINGAN CAMPURAN AGREGAT (% THD BERAT JUMLAH AGREGAT)		CA 1-2					22.0				
		MA 1-1					34.0				
		ABU BATU					39.0				
		PASIR					5.0				
		HOT BIN V (Filler)					0.0				
		FILLER					0.0				
JUMLAH LUAS PERMUKAAN AGG (M2/Kg)							4.97				

Diperiksa Oleh :

Penyedia Jasa

Abdul Azis Aligar, ST
 Lab. Technician



PT. ANEKA DHARMA PERSADA
ASPHALT MIXING PLANT - CONCRETE BATCHING PLANT



VARIASI : 0% Batu Kapur

RANC. CAMPURAN
DIGUNAKAN UTK
TANGGAL

: AC - WC
: Penelitian Tugas Akhir
: 10 Februari 2020

URAIAN

Asphalt	60/70
Berat Jenis Aspal (T)	1.034
Brt Jenis Bulk Total Agregat (C) Gsb	2.537
Eft. Berat Jenis Total Agregat (D) Gsc	2.601

SIFAT-SIFAT CAMPURAN ASPAL PANAS DENGAN METODA MARSHALL ASTHO T.245 - 71 SNI 06 - 2489 - 1991

JENIS MATERIAL	BERAT JENIS		PENYERAPAN
	BULK	APP	
CA 1-2	22.0%	2.562	2.684
MA 1-1	34.0%	2.560	2.712
ABU BATU	39.0%	2.503	2.612
PASIR	5.0%	2.549	2.683
HOT BIN V (Filler)	0.0%	-	-
FILLER	0.0%	-	-

No. Contoh	Kadar Aspal %	Max SG Comb. Agg Mix	BERAT (Gram)				Isi Benda Uji (cc)	BU Bulk Kombinasi Campuran (Gr/cc)	Rongga Udara (VUM) %	Rongga Miner Agregat (VMA) %	Rongga Terisi Aspal (VFB) %	STABILITAS (lbs)		Hasil Bagi Marshall (MC) Lbs/mm	Luas Permukaan Agregat (m ² /kg)	Penyerapan Aspal (% Tnd. Brr. Tot. Camp)	Kadar Aspal Efektif
			Dl Udara	Dalem Air	Kering Permukaan	H						Bacaan	Tekoreksi				
1	5.00	2.418	1.163.1	653.5	1.168.7	515.2	2.268					108	4.803.2	2.80			
2			1.161.1	654.8	1.167.7	512.9	2.264					107	4.758.8	3.10			
1	5.50	2.401	1.169.4	657.5	1.172.5	515.0	2.271		6.494	15.347	57.689	113	4.781.0	1.97	2.431.02	4.97	0.950
2			1.171.4	660.7	1.177.7	517.0	2.268		5.521	15.512	64.408	109	4.847.7	2.40			
1	6.00	2.384	1.163.5	660.1	1.166.5	506.4	2.298					115	5.114.6	2.80	2.848.07	4.97	0.945
2			1.164.9	659.5	1.171.8	512.3	2.274		4.126	15.311	73.051	118	5.248.0	2.70			
1	6.50	2.368	1.163.3	657.8	1.165.5	507.7	2.286					108	4.803.2	2.70	2.826.15	4.97	0.940
2			1.165.3	660.8	1.167.5	506.7	2.300		3.045	15.399	80.224	104	4.625.3	2.50			
							2.296						4.714.3	1.73	2.719.78	4.97	0.935

$$P_b = 0.035 (\% CA) + 0.045 (\% FA) + 0.18 (\% Filler) + \text{Konstanta} =$$

$$P_b = 0.035 * 68.57 + 0.045 * 31.43 + 0.18 * 5.90 + 0.727 = 5.6$$

Diperiksa Oleh :
Penyedia Jasa

Abdul Aziz Aliqar, ST

DOKUMEN PENELITIAN



Gambar L.1 Material Agregat yang digunakan



Gambar L.2 Contoh Minyak Goreng Bekas yang Digunakan



Gambar L.3 Campuran Aspal dan MGB



Gambar L.4 Pengujian analisis ayakan



Gambar L.5 Suhu Pemanasan Agregat



Gambar L.6 Proses Penambahan MGB ke Dalam Campuran



Gambar L.7 Suhu pencampuran



Gambar L.8 Suhu Pemadatan Campuran



Gambar L.9 Kertas karton yang telah dilepas dari sampel



Gambar L.10 Pengeluaran sampel dari *mold*



Gambar L.11 Perendaman sampel dalam suhu 60°C



Gambar L.12 Pengujian *Marshall*



Gambar L.13 Sampel Aspal Normal dan 2% yang Telah Selesai Diuji *Marshall*